XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF
DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.6/26

Caracterização Sazonal das Variáveis Climáticas para Avaliação da Degradação de Geotêxteis Tecidos em Barreiras na Bahia

Eduarda Calado Da Silva
Graduanda, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, Brasil, eduarda.s0909@ufob.edu.br

Sofia Oliveira Carvalho Bulhões
Graduanda, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, Brasil, sofia.b0972@ufob.edu.br

Jefferson Lins da Silva
Professor, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil, jefferson@sc.usp.br

José Luiz Ernandes Dias Filho
Professor, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, Brasil, jledfilho@ufob.edu.br

RESUMO: Os geossintéticos quando aplicados no campo estão sujeitos à ação das variáveis climáticas que atuam como agentes degradantes e podem comprometer suas propriedades físicas e mecânicas. Por isso, é fundamental compreender os impactos dos efeitos do clima na degradação do material, a fim de garantir sua durabilidade e desempenho ao longo do tempo. O objetivo deste artigo é caracterizar e estimar, de forma isolada, o impacto das variáveis na degradação durante as quatro estações do ano na cidade de Barreiras, Bahia. Para isso, foram coletados dados de temperatura, radiação solar e pluviometria do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante um ano, além de medições de temperaturas em amostras de geotêxteis expostas em painéis inclinados em campo, coletadas durante 24 horas nos dias de transição das estações. Os resultados obtidos demonstraram elevado índice de radiação durante todo o ano, maior pluviosidade durante a primavera e mínima durante o inverno, além de temperaturas médias mais elevadas durante o inverno. A análise mostrou que o principal agente degradante do geotêxtil na região será a radiação ultravioleta, sendo os períodos mais críticos durante a primavera e o inverno, quando é combinada com os fatores de maior precipitação e maiores temperaturas, respectivamente. Sendo assim, a caracterização sazonal das variáveis climáticas na cidade de Barreiras permite, durante o dimensionamento dos projetos de clima de savana, a escolha do material geotêxtil adequado que melhor se adapte às condições mais intensas identificadas.

PALAVRAS-CHAVE: Geotêxteis, Degradação, Radiação UV, Caracterização.

ABSTRACT: Geosynthetics, when applied in the field, are subject to the action of climatic variables that act as degrading agents and can compromise their physical and mechanical properties. Therefore, it is essential to understand the impacts of climate effects on material degradation in order to guarantee its durability and performance over time. The objective of this article is to characterize and estimate, in isolation, the impact of variables on degradation during the four seasons of the year in the city of Barreiras, Bahia. To this end, temperature, solar radiation, and rainfall data were collected from the website of the National Institute of Meteorology (INMET) for one year, in addition to temperature measurements on geotextile samples exposed on inclined panels in the field, collected over 24 hours on the days of seasonal transition. The results obtained showed a high radiation index throughout the year, higher rainfall during the summer and minimum rainfall during the spring, as well as higher average temperatures during the winter. The analysis showed that the main degrading agent of geotextiles in the region is ultraviolet radiation, with the most critical periods being spring and winter, when combined with higher rainfall and higher temperatures, respectively. Therefore, the seasonal characterization of climatic variables in the city of Barreiras allows, during the design of savanna climate projects, the selection of the appropriate geotextile material that best adapts to the most intense conditions identified.

KEYWORDS: Geotextiles, Degradation, UV Radiation, Characterization.

1 INTRODUÇÃO

Os geossintéticos são materiais poliméricos que têm sido empregados em larga escala na engenharia civil, em especial na engenharia geotécnica, apresentando grande variedade de tipos, espessuras e texturas que possibilita sua aplicação em diferentes contextos de engenharia. De modo geral, apresentam custo relativamente acessível e que garantem a estabilidade e a integridade dos solos, sendo utilizados em sistemas de contenção, reforço, entre outros.

Dentre os diversos tipos de geossintéticos existentes, destacam-se os geotêxteis, que podem ser classificados como tecidos, não tecidos ou tricotados, sendo fabricados principalmente a partir de polímeros como polipropileno (PP) e poliéster (PET). Esses materiais podem receber a adição de estabilizantes e aditivos específicos que visam melhorar suas propriedades físicas e mecânicas, bem como retardar os processos de degradação, os quais ocorrem, principalmente, devido a reações químicas com o meio no qual estão inseridos (GREENWOOD *et al.*, 2016).

A intensidade e os mecanismos de degradação, aos quais os geotêxteis estão sujeitos, dependem diretamente do ambiente de aplicação. Em muitas situações, esses materiais permanecem enterrados e em contato apenas com o solo, condição na qual a degradação tende a ocorrer de forma mais lenta. No entanto, em aplicações em que os geossintéticos permanecem permanentemente expostos aos agentes climáticos — como em reservatórios de irrigação e canais — observa-se um aumento significativo na taxa de degradação. Sob essas condições, a incidência direta de radiação solar, aliada à ação da chuva e às variações térmicas, há o aceleramento de reações químicas associadas ao envelhecimento e desgaste dos polímeros, como a foto-oxidação (DIAS FILHO *et al.*,2024).

A radiação ultravioleta (UV) é um dos principais agentes de agressividade aos geossintéticos, uma vez que causa a foto-oxidação dos polímeros, especialmente na camada superficial, ocasionando redução significativa das propriedades mecânicas até mesmo de materiais com aditivos estabilizantes contra radiação UV (CARNEIRO e LOPES, 2022). Além disso, a absorção da radiação solar provoca a elevação da temperatura no local. A presença de umidade combinada com essas temperaturas elevadas pode ainda intensificar outros mecanismos de degradação, como reações de hidrólise e processos oxidativos.

O principal desafio da exposição de geotêxteis às intempéries é a dificuldade de prever a vida útil do material em condições reais de campo. Embora estes materiais sejam projetados para suportar a exposição ambiental no curto período de tempo da instalação, a expectativa de desempenho ao longo de vários anos envolvem fatores complexos que podem influenciar esta durabilidade. Cada localidade está sujeita à características climáticas típicas — como níveis de radiação solar, regimes de precipitação, variações de temperatura e umidade — que quando combinadas, podem promover ataques de diferentes intensidades aos materiais, os quais respondem de maneira distinta em função de suas características próprias de composição, estrutura e a presença de aditivos estabilizantes (DIAS FILHO e SILVA, 2025).

A cidade de Barreiras, localizada no Oeste da Bahia é conhecido pelo clima ensolarado na maior parte do ano, além de contar com diversos períodos de chuvas intercalados com estações de baixa umidade relativa do ar, condições que favorecem a exposição contínua dos geossintéticos aos agentes climáticos.

Dessa forma, as características climáticas da região tornam-se propícias para o aceleramento da degradação dos materiais poliméricos utilizados, os quais permanecem em sua maioria, expostos de maneira permanente às condições climáticas. Cenário esse que, pode comprometer o desempenho das obras em que estão aplicados. Dessa maneira, o objetivo deste artigo é caracterizar sazonalmente o comportamento climático da região ao longo do ano, identificando os períodos mais agressivos à durabilidade dos geotêxteis, de modo a fornecer materiais técnicos para dimensionamentos de projetos e para a escolha dos materiais geotêxteis que mais se adequem às condições climáticas locais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para a execução do experimento foram utilizados quatro tipos de geotêxteis não tecidos, com variações quanto ao tipo de polímero, à cor e à gramatura (massa por unidade de área). A Tabela 1 sintetiza as principais características dos materiais utilizados, cujos números correspondem à gramatura nominal em g/m².

Tabela 1. Descrição dos tipos de geotêxtil

Tipo	Cor	Espessura (mm)
PET 340	Preto	0,51±0,02
PET 740	Preto	1,53±0,04
PP 500	Branco	1,17±0,01
PP 925	Branco	2,62±0,06

Para fixação das amostras foi utilizado como base de apoio painéis de compensado de madeira de 1,95 m x 1,24 m sobre uma estrutura de metal para apoio. E, para realização das medições de temperatura das amostras, da superfície do painel e da temperatura ambiente, utilizou-se um termômetro de laser infravermelho digital com precisão de ±0.1ºC e faixa de temperatura de -50ºC a 400ºC.

2.2 Métodos

O ensaio foi realizado nas imediações do campus da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) localizado na cidade de Barreiras, no estado da Bahia, com latitude de 12º09'10" ao Sul e longitude de 44º59'24" a Oeste. Inicialmente, as amostras foram cortadas nas dimensões de 20 cm X 20 cm e fixadas no painel de madeira com grampos de metal como ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Painel de exposição dos geotêxteis.

O painel foi posicionado de acordo com as instruções das normas ISO 677-1 e ISO 677-2, que especificam os métodos para exposição à radiação solar de amostras de geossintéticos. Dessa maneira, foi executada uma exposição usando o Método A, com o painel inclinado à mesma latitude da cidade (12º09'10") e de frente para a linha do equador, a fim de que, as amostras recebessem máxima radiação solar anual total.

Os testes foram realizados durante o período de um ano de 21/12/2024 a 20/12/2025. Durante os dias das mudanças de estações foram realizadas leituras da temperatura dos geotêxteis, da mesa do painel de degradação e do ambiente ao longo de 24 horas. Foram realizadas três aferições de cada um dos quatro tipos de geotêxteis e do painel para obter a média das temperaturas, além de verificação de ocorrência de nuvens e precipitação no momento da aferição.

Para obtenção dos dados de pluviometria, radiação solar total e temperatura ao longo de todos os dias do o ano, foram utilizados os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os quais serviram de base para determinação do perfil climático sazonal no decorrer do ano na localidade estudada. Cada dia contempla 24 dados para cada variável climática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise das temperaturas

As temperaturas tomadas durante as medições de cada começo de estação foram plotadas juntamente com a temperatura média local do ambiente durante o período de experimento para comparação, conforme ilustrada nas Figuras 2 a 5.

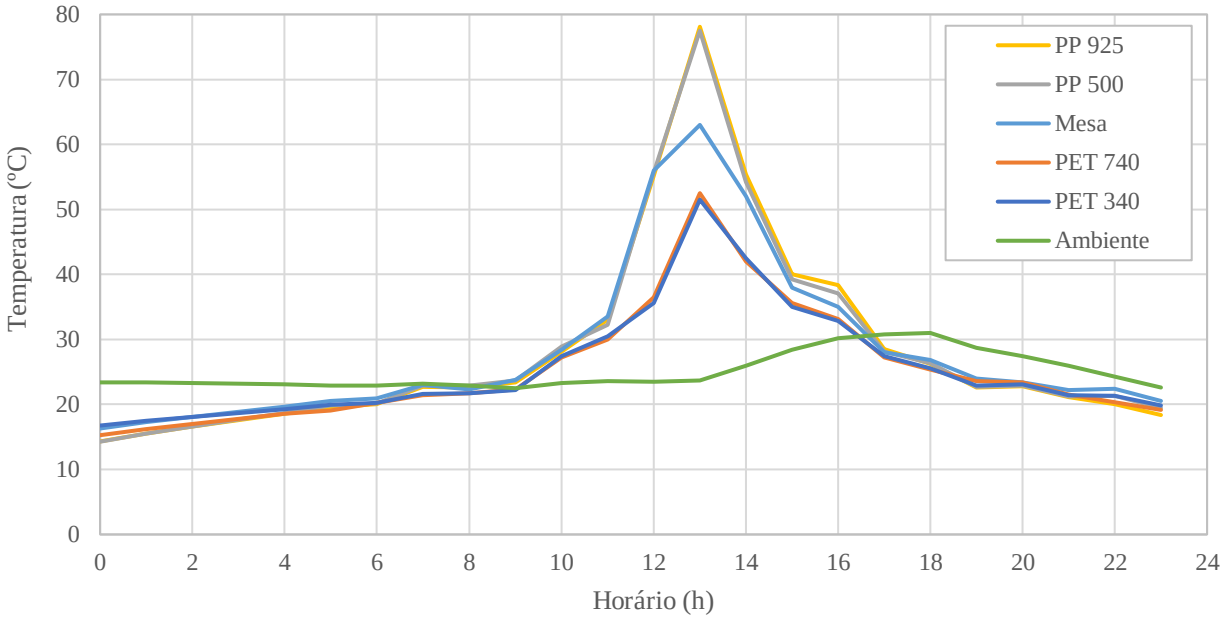


Figura 2. Temperaturas da mudança de estação Verão/Outono em 20/03/2025

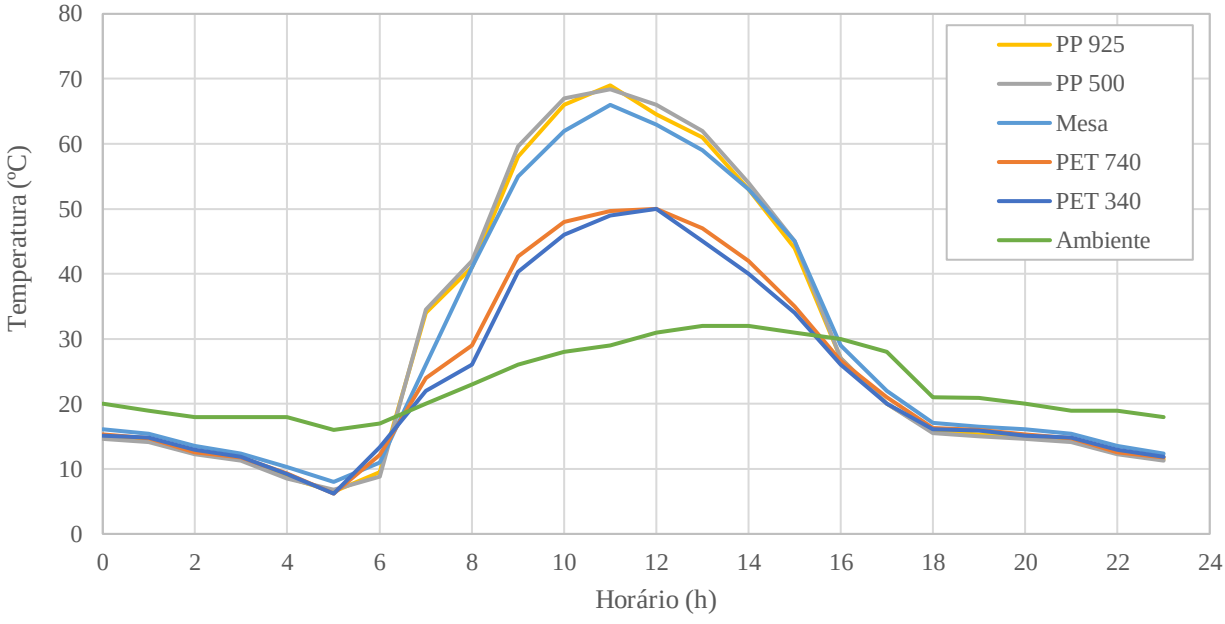


Figura 3. Temperaturas da mudança de estação Outono/Inverno em 20/06/2025

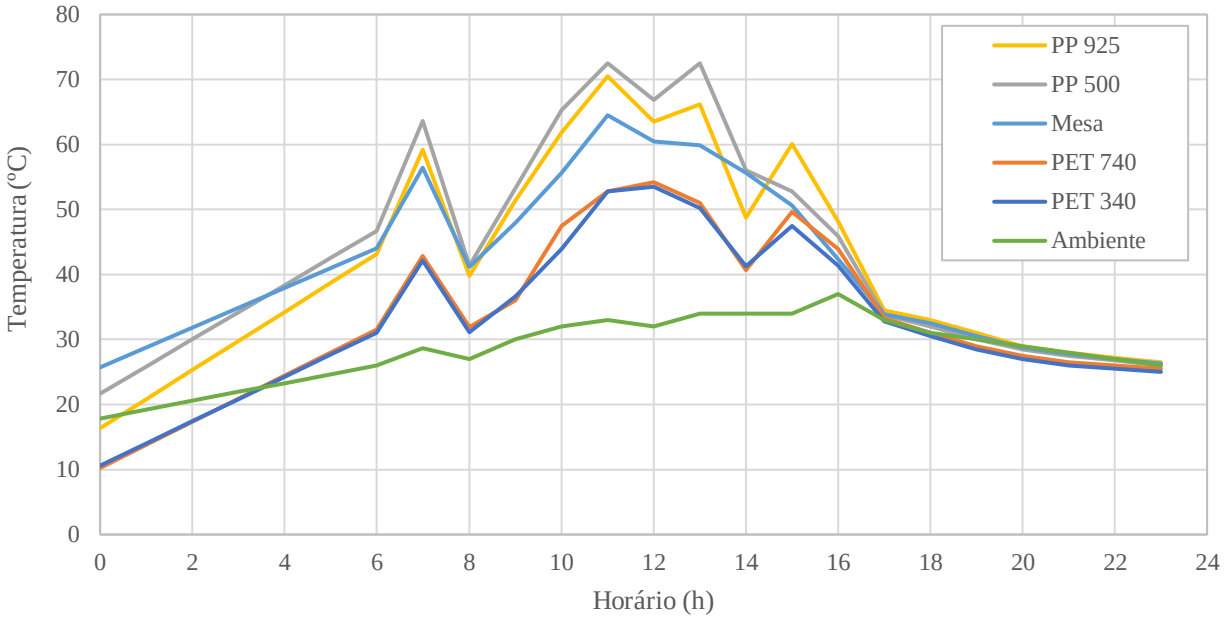


Figura 4. Temperaturas da mudança de estação Inverno/Primavera em 22/09/2025

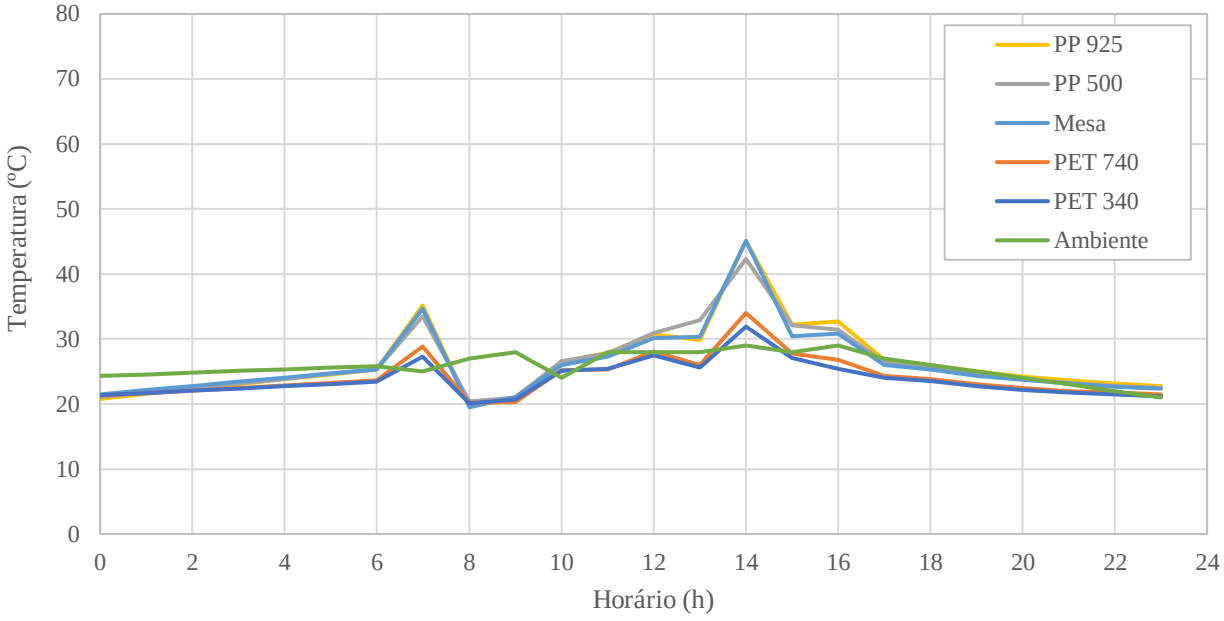


Figura 5. Temperaturas da mudança de estação Primavera/Verão em 21/12/2025

No início das estações outono e verão, respectivamente nos dias 20/03 e 21/12, houve ocorrência de precipitação, o que pode ser observado pelas quedas bruscas de temperatura apresentadas nos gráficos. No dia 20/03, registrou-se chuva nos períodos das 8h às 10h e 14h às 17h, enquanto no dia 21/12 a precipitação ocorreu entre 8h e 10h.

No dia 20/06/2025, correspondente ao início do inverno, não houve registro de precipitação, fato evidenciado pelo formato contínuo da curva de temperatura. Já no dia 22/09/2025, primeiro dia da primavera, observou-se condição de céu nublado por volta das 14h, o que justifica a queda brusca de temperatura registrada nesse horário.

As temperaturas mais altas são frequentemente observadas entre as 12h e as 13h da tarde, enquanto que, as mais baixas ocorrem durante o período da madrugada por volta da 00h. Devido a esse comportamento, as amplitudes térmicas nos geotêxteis durante os dias 20/03 e 20/06 chegam a quase 70ºC. Já nos dias 22/09 e 21/12 as amplitudes térmicas foram menores, até 50ºC.

Entre as amostras utilizadas é evidente que, as de mesmo material possuem absorção de energia similar apesar das diferentes espessuras utilizadas. Esse resultado evidencia que a espessura do material não influencia na temperatura de superfície que estes podem alcançar, e sim a coloração, uma vez que, a cor preta absorve mais calor do que a cor branca, como é notório pelas diferenças de temperatura entre os PPs e os PETs ao longo do dia e como evidenciado também por Bernardinelli, Meucci e Abdalla (2025).

3.2 Caracterização sazonal das variáveis climáticas

A partir dos dados gerais retirados do INMET, foi possível determinar uma média dos parâmetros de cada estação para análise individual e para formação do perfil geral das condições climáticas da cidade no decorrer do ano. Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo variáveis climáticas por estação do ano

Estação	Precipitação Acumulada (mm)	Dias de precipitação (un)	Radiação mensal máxima (MJ/m²)	Radiação acumulada total (GJ/m²)	Umidade média (%)	Temperatura média (ºC)
Verão	349,4	40,0	668,5	0,15	66,2	23,9
Outono	134,6	24,0	587,4	0,13	68,9	24,6
Inverno	0,0	0,0	651,1	0,14	44,5	26,1
Primavera	560,2	40,0	675,7	0,14	65,2	21,7

A radiação acumulada total se trata da radiação ultravioleta, que corresponde a 7,5% da radiação solar que incide sobre a superfície terrestre segundo as recomendações da ISO/TS 13434. A análise das informações da Tabela 2 demonstram um índice de radiação UV praticamente contínua e elevada durante todo o ano na cidade, mesmo durante os períodos com maior precipitação ou de temperaturas mais frias.

Com relação à precipitação, o inverno demonstrou ser a estação mais seca do ano sem nenhuma ocorrência de chuvas, além de apresentar a menor umidade entre as quatro estações. Para além disso, surpreendentemente, foi a estação com a maior média de temperatura, alcançando os 26,1ºC, e superando estações tipicamente mais quentes como o verão.

Já o verão e a primavera foram as estações com maior precipitação e, além de apresentarem a mesma quantidade de dias com chuva, possuem valores aproximados para as demais variáveis sendo períodos majoritariamente quentes com muitos dias chuvosos o que resulta nas maiores amplitudes térmicas médias.

4 CONCLUSÕES

A caracterização sazonal da cidade evidencia que a elevada incidência de radiação solar ao longo de todo o ano constitui o principal agente de agressividade da região, principalmente durante o período do inverno por ser uma estação seca. Observa-se que a ausência de precipitação e a maior temperatura média, em associação com a elevada radiação ultravioleta incidente, constrói o cenário mais propício para a degradação por foto-oxidação.

Alternativamente, na primavera e no verão, devido à combinação entre elevada radiação, ciclos térmicos e alta umidade, há o favorecimento de mecanismos que ocasionam a formação de um ambiente de degradação multifatorial. Este tipo de ambiente favorece a ocorrência de processos de molhagem e secagem, ciclos térmicos e sistemas oxidativos combinados que enfraquecem e prejudicam o desempenho mecânico adequado do material.

Com a integração dos dados da caracterização sazonal e das medições térmicas dos geotêxteis avaliados, fica claro que colorações mais escuras para os materiais absorvem mais calor e alcançam maiores temperaturas em sua superfície, favorecendo os maiores gradientes térmicos e, consequentemente, sujeitos a degradação

mais intensa. Entretanto, não é possível chegar a respostas conclusivas quanto a comparação de degradação dos diferentes materiais (PET e PP) sem que se realize um ensaio de resistência mecânica que será desenvolvido em outro artigo.

Em suma, os resultados encontrados indicam que a região apresenta condições climáticas propícias ao envelhecimento acelerado de materiais poliméricos, reforçando a necessidade de seleção criteriosa de geotêxteis com adequada estabilização frente às condições locais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Geossintéticos da EESC/USP e à UFOB pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernardinelli, A. L. C. S.; Meucci, D. M.; Abdalla, V.P.F. (2025). Analysis of surface temperatures and expansion behavior in HDPE and LLDPEgeomembranes with different surfaces in field applications. *GEOASIA8*. 2026.

Carneiro, J. R., Morais, M. & Lopes, M. L. (2022). *Weathering of a nonwoven polypropylene geotextile: field vs. laboratory exposure*. Materials, 15, No. 22, 8216, https://doi.org/10.3390/ma15228216.

Dias Filho, J. L. E.; Silva, J. L. (2025). Estudo da durabilidade de geossintéticos. *Avanços recentes em Ciências da Engenharia*. São Carlos: v. 1. 255p, p. 80-102. http://dx.doi.org/10.11606/9786586954524.

Dias Filho, J. L. E., Silva, J. L., Valentin, C. A., Fleury, M. P., Aparicio-Ardila, M. A., Vidal, D. M. and Costa, C. M. L. (2024). *Natural weathering effects of nonwoven geotextile exposed to different climate conditions*. Geosynthetics International. [https://doi.org/10.1680/jgein.23.00156]

Greenwood, J.H.; Schroeder, H.F.; Voskamp, V. *Durability of Geosynthetics*, 2nd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2016.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (2026). Disponível em: http://www. inmet.gov.br (Acesso em 5 de Fevereiro de 2026)

ISO (International Organization for Standardization) (2009a). *ISO 877-1:2009: Plastics – Methods of Exposure to Solar Radiation – Part 1: General Guidance*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO (2009b). *ISO 877-2:2009: Plastics – Methods of Exposure to Solar Radiation – Part 2: Direct Weathering and Exposure Behind Window Glass*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO (2020).*ISO/TS 13434:2020: Geosynthetics – Guidelines for Assessment of Durability*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.